

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-41372

(P2000-41372A)

(43) 公開日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 2 K 33/02		H 0 2 K 33/02	B
F 1 6 K 31/04		F 1 6 K 31/04	A
H 0 2 K 7/14		H 0 2 K 7/14	C
26/00		26/00	
37/16		37/16	C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

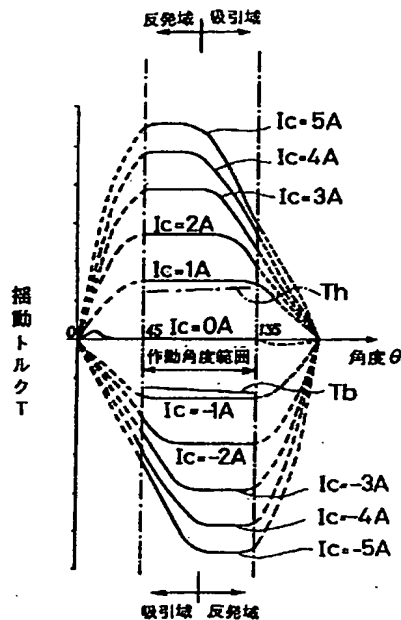
(21) 出願番号	特願平11-44514	(71) 出願人	000116574 愛三工業株式会社 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1
(22) 出願日	平成11年2月23日 (1999.2.23)	(72) 発明者	伊藤 嘉樹 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-135631	(72) 発明者	浅見 勝裕 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内
(32) 優先日	平成10年5月18日 (1998.5.18)	(74) 代理人	100097009 弁理士 富澤 幸 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 直流トルクモータ、およびこれを用いた駆動制御装置、スロットル弁制御装置

## (57) 【要約】

【課題】 応答性が高く、小型軽量の直流トルクモータ、およびこれを用いた駆動装置、内燃機関等のスロットル弁制御装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の直流トルクモータ10は、揺動角度 $\theta = 45 \sim 135$ 度の範囲内を揺動する可動磁石型直流トルクモータであり、コイル9に流すコイル電流 $I_c$ と角度 $\theta$ と揺動トルク $T$ との関係を、正方向のコイル電流 $I_c$ を流した場合にモータ10が揺動する角度方向を正、そのとき得られるトルク $T$ の方向を正とし、負方向のコイル電流 $I_c$ を流した場合にモータ10が揺動する角度方向を負、そのとき得られるトルク $T$ の方向を負としたとき、正方向の一定コイル電流 $I_c$ により得られる正方向の揺動トルク $T$ のうち、最大トルクの位置が、作動角度範囲 ( $\theta = 45 \sim 135$ 度) のうち角度の小さい側に偏在した角度-トルク特性を備え、一方、負方向の一定コイル電流 $I_c$ により得られる負方向の揺動トルク $T$ のうち、最大トルクの位置が、作動角度範囲 ( $\theta = 45 \sim 135$ 度) のうち角度の大きい側に偏在した角度-トルク特性を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の作動角度範囲内を揺動する可動磁石型の直流トルクモータにおいて、電流と角度とトルクとの関係を、正方向の電流を流した場合に上記直流トルクモータが揺動する角度方向を正、そのとき得られるトルクの方向を正とし、負方向の電流を流した場合に上記直流トルクモータが揺動する角度方向を負、そのとき得られるトルクの方向を負としたとき、

上記正方向の一定電流により得られる正方向のトルクのうち、ピークトルクの位置が、上記作動角度範囲のうち角度の小さい側に偏在した角度-トルク特性を備え、上記負方向の一定電流により得られる負方向のトルクのうち、ピークトルクの位置が、上記作動角度範囲のうち角度の大きい側に偏在した角度-トルク特性を備えることを特徴とする直流トルクモータ。

【請求項2】 コイルが巻かれた固定子と永久磁石からなる可動子とを有し、該可動子が所定の作動角度範囲内を揺動する直流トルクモータにおいて、前記永久磁石及び前記コイルへの通電によって前記固定子内に形成される磁束量が、前記作動角度が前記可動子が前記固定子に対して反発する反発域にある間は飽和せず、前記作動角度が前記可動子が前記固定子に吸引される吸引域にある間で飽和する磁路が前記固定子に形成されていることを特徴とする直流トルクモータ。

【請求項3】 請求項2に記載する直流トルクモータにおいて、前記固定子の最小断面積と前記固定子の飽和磁束密度の積から求まる磁束量が、前記コイル通電により形成される最大通電磁束量と前記永久磁石により形成される作動角度範囲における最大永久磁束量との和よりも小さいことを特徴とする直流トルクモータ。

【請求項4】 請求項3に記載する直流トルクモータにおいて、前記固定子が、飽和磁束密度が1.6T（ステラ）以上の電磁鋼帯を重ね合わせて構成されていることを特徴とする直流トルクモータ。

【請求項5】 直流トルクモータを用いた駆動制御装置であって、

請求項1乃至請求項4に記載の直流トルクモータを備え、  
上記直流トルクモータについて、前記作動角度によるフィードバック制御を行うことを特徴とする駆動制御装置。

【請求項6】 スロットル弁制御装置であって、スロットル弁と、  
前記スロットル弁を開閉動作させる請求項1乃至請求項4に記載の直流トルクモータと、  
前記スロットル弁の開度の情報を出力するスロットル開度センサとを有することを特徴とするスロットル弁制御

装置。

【請求項7】 請求項6に記載するスロットル弁制御装置において、  
前記スロットル弁を開閉方向に付勢するバックスプリングを備え、  
上記バックスプリングによるトルクに釣り合せて上記スロットル弁の開度を保持する保持トルクを得るために前記直流トルクモータに流す保持コイル電流が、前記作動角度範囲内において、角度によらず略一定であることを特徴とするスロットル弁制御装置。

【請求項8】 請求項1乃至請求項6に記載するスロットル弁制御装置において、  
作動角度範囲内においてバックスプリングが発生させる最大トルク値が、一定の電流に対してほぼフラットなトルク特性の得られる領域の中に含まれていることを特徴とするスロットル弁制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、応答性が高く制御が容易で、小型軽量な直流トルクモータ、および例えば制御バルブなど、これを用いた駆動制御装置、内燃機関等のスロットル弁制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、所定の作動角度範囲内でのみ軸を揺動可能としたトルクモータが知られている。例えば、特開平6-6964号公報においては、図11の説明図に示すように、軟鉄心104の周囲に2つの永久磁石105、106が固着されて構成され、軸103の周りに揺動可能な回転子101と、これと空隙を形成して、極性部分109、110が対向して形成され、基部（図中上部）にコイル112が巻かれた略コ字状の固定子102と、からなる直流トルクモータ100が記載されている。このような直流トルクモータにおいては、所定の角度範囲内において、コイルに流す電流を一定としたとき、角度によらずトルクが略一定になるように、即ち、角度に対してトルクがフラットになるように設計される。例えば、上記公報においては、「回転子の行程のほぼ全体において一定電流で一定トルクを確保」することが記載されている（上記公報第3頁右欄第7、8行）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような特性を達成するには、固定子102の断面積（磁路断面積）を大きくする必要がある。固定子102には、回転子101に固着された磁石105、106による磁界のほか、コイル112に電流を流したときに形成される磁界が加わるが、可動子101の角度 $\alpha$ によっては、この両者の磁界が同じ向きとなることがある。このとき、固定子102は、軟鉄心等の軟磁性体であるので、固定子102を通る磁束量が飽和すると、コイルに電流

を流しても、磁束量がさほど増加しないので、磁束量の変化量に比例して発生するトルクが小さくなる。このため、磁束量が飽和しないように、磁路断面積を大きくすることが必要となるのである。

【0004】ところが、このようにして、固定子102の磁路断面積を大きくすると、固定子102の寸法、体積や重量が増加する。また、直流トルクモータをその軸の角度（揺動角度） $\alpha$ によって制御する場合において、直流トルクモータを大きな角度にわたって揺動させるときには、応答性を高くするため、揺動の初期に大きなトルクが必要となる。しかし、揺動の終期には大きなトルクは不要である、また、小さな角度だけ揺動させる場合にも、さほど大きなトルクは必要ない。本発明は、かかる問題点を鑑みてなされたものであって、応答性が高く、小型軽量の直流トルクモータ、およびこれを用いた駆動制御装置、内燃機関等のスロットル弁制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】しかし、その解決手段は、所定の作動角度範囲内を揺動する可動磁石型直流トルクモータにおいて、電流と角度とトルクとの関係を、正方向の電流を流した場合に上記直流トルクモータが揺動する角度方向を正、そのとき得られるトルクを正とし、負方向の電流を流した場合に上記直流トルクモータが揺動する角度方向を負、そのとき得られるトルクを負としたとき、上記正方向の一定電流により得られる正方向のトルクのうち、ピークトルクの位置が、上記作動角度範囲のうち角度の小さい側に偏在した角度-トルク特性を備え、上記負方向の一定電流により得られる負方向のトルクのうち、ピークトルクの位置が、上記作動角度範囲のうち角度の大きい側に偏在した角度-トルク特性を備えることを特徴とする直流トルクモータである。

【0006】上記構成を有する本発明の直流トルクモータ（以下、単にモータとも言う）は、電流、角度及びトルクを方向を上記の如く取ったとき、上記のような角度-トルク特性を備える。ここで、まず、角度を大きくする方向（正方向）にモータを揺動させようとする場合について考える。そのうち大きく揺動させる場合、つまり、作動角度範囲の下限から上限まで揺動させる場合のように、小さな角度 $\theta 1$ から大きな角度 $\theta 2$ （ $\theta 1 < \theta 2$ ）まで揺動させる場合、ピークトルクの位置が角度の小さい側に偏在している。このため、角度 $\theta$ の小さいうち、即ち、モータの動き始めて、トルクが大きく得られるので、素早く加速される。また、角度が大きくなってくると、即ち、モータの停止位置近くでは、得られるトルクが小さくなる。つまり、大きな角度（ $\theta 2 - \theta 1$ ）にわたって揺動させるにも拘わらず、モータを所望の角度 $\theta 2$ に素早く、スムーズに揺動させることができる。一方、小さく揺動しようとする場合、角度の変化量

が小さいので、応答速度も問題になることはないので、大きなトルクは不要である。従って、大きめの角度 $\theta 3$ からそれよりもやや大きな角度 $\theta 4$ （ $\theta 3 < \theta 4$ ）までに揺動させようとする場合、ピークトルクの位置が角度の小さい側に偏在しているが、制御上問題はない。

【0007】ついで、上記とは逆に、角度を小さくする方向（負方向）にモータを揺動させようとする場合について考える。そのうち、大きく揺動させる場合、つまり、作動角度範囲の上限から下限まで揺動させる場合のように、大きな角度 $\theta 5$ から小さな角度 $\theta 6$ （ $\theta 5 > \theta 6$ ）まで揺動させようとする場合、ピークトルクの位置が角度の大きい側に偏在している。このため、角度 $\theta$ の大きいうち、即ち、モータの動き始めて、トルクが大きく得られるので、素早く加速される。また、角度が小さくなってくると、即ち、モータの停止位置近くでは、得られるトルクが小さくなる。つまり、大きな角度（ $\theta 5 - \theta 6$ ）にわたって揺動させるのも拘わらず、モータを所望の角度 $\theta 6$ に素早く、スムーズに揺動させることができる。一方、小さく揺動しようとする場合、大きなトルクは不要であり、角度の変化量が小さいので、応答速度も問題となることはない。従って、小さめの角度 $\theta 7$ からそれよりもやや小さな角度 $\theta 8$ （ $\theta 7 > \theta 8$ ）までに揺動させようとする場合、ピークトルクの位置が角度の大きい側に偏在しているが、制御上問題とならない。つまり、大きく角度を変化させようとする場合には、十分加速できるように大きなトルクが得られ、高い応答性を得ることができ、一方、小さく角度変化させる場合には、得られるトルクが小さくなることがあるが、制御上問題はない。

【0008】また、他の解決手段は、コイルが巻かれた固定子と永久磁石からなる可動子とを有し、該可動子が所定の作動角度範囲内を揺動する直流トルクモータにおいて、永久磁石及びコイルへの通電によって固定子内に形成される磁束量が、作動角度が可動子が固定子に対して反発する反発域にある間は飽和せず、作動角度が可動子が固定子に吸引される吸引域にある間で飽和する磁路が前記固定子に形成されている。さらに、上記直流トルクモータにおいて、前記固定子の最小断面積と前記固定子の飽和磁束密度の積から求まる磁束量が、前記コイル通電により形成される最大通電磁束量と前記永久磁石により形成される作動角度範囲における最大永久磁束量との和よりも小さいことを特徴とする。さらに、上記直流トルクモータにおいて、前記固定子が、飽和磁束密度が1.6T（ステラ）以上の電磁鋼帯を重ね合わせて構成されていることを特徴とする。

【0009】直流トルクモータにおいて、ある角度にあるモータに生じるトルク $T$ は、磁石が固定子内に形成する磁界 $H 0$ および磁束量 $\Phi 0$ に対して、コイルに電流を流すことで固定子内に形成される磁界 $H c$ によって、磁束量 $\Phi 0$ から磁束量 $\Phi$ に変化した変化量 $\Delta \Phi$ （ $= \Phi - \Phi$

0)に比例する( $T \propto \Delta\Phi$ )。また、直流トルクモータにおいては、作動角度範囲は、主として磁石と固定子にできる磁極との間の反発力によってトルクが与えられる反発域と、この逆に、主として磁石と固定子の磁極との吸引力によってトルクが与えられる吸引域とに分けられる。すなわち、反発域とは、磁石で構成された可動子が固定子から受ける吸引力より反発力の方が大きい可動子の回転角度領域を言う。また、吸引域とは、可動子が固定子から受ける反発力より吸引力の方が大きい可動子の角度領域を言う。さらに、直流トルクモータにおいては、例えば、角度が増える方向(正方向)に揺動(回転)させる場合、角度の小さい領域が反発域に、角度の大きい領域が吸引域になるように作動させる、つまりこのようになる向きにコイル電流を流す。逆に、角度が減る方向(負方向)に揺動させる場合、角度の大きい領域が反発域に、角度の小さい領域が吸引域になるように作動させる。つまり、例えば、作動角度範囲の端から端まで揺動させるなど、大きな角度にわたって揺動させる場合には、揺動の当初は常に反発域を用いる。

【0010】上記構成を有する本発明の直流トルクモータでは、固定子の磁路断面積が上記のようである。可動子が反発域にある場合には、磁石によって生じる磁界H0とコイルによって生じる磁界Hcとは、逆向きとなり、固定子内を通る磁束量は減る方向に変化するので、飽和しない。従って、磁束量 $\Phi$ の変化量 $\Delta\Phi$ が大きくなるため、大きなトルクが得られる。一方、可動子が吸引域にある場合には、磁石によって生じる磁界H0とコイルによって生じる磁界Hcとは、同じ向きとなる。ここで、固定子の磁路断面積が小さい場合には、磁界H0に磁界Hcが加わっても、固定子を通る磁束量 $\Phi$ は、磁石による磁束量 $\Phi_0$ からそれほど増加した値にならない。固定子内の磁束量 $\Phi$ が飽和しているためである。このため、磁界Hcによって磁界Hを増加させても磁束量 $\Phi$ がそれほど増加せず、磁束量 $\Phi$ の変化量 $\Delta\Phi$ が小さくなるため、得られるトルクが小さくなる。

【0011】従って、かかるモータでは、反発域から吸引域まで角度が変化する場合には、角度が大きく変化する場合には、大きなトルクで十分加速できるため、高い応答性を得ることができる。一方、吸引域内での小さな角度変化の場合には、得られるトルクが小さくなる場合があるが、それほど高いトルクは不要であるので、制御上問題はない。しかも、吸引域で磁束量が飽和する程度の小さな磁路断面積を有する固定子であるので、固定子の寸法、体積や重量が小さくて足り、直流トルクモータを小型軽量とすることができる。

【0012】なお、これらの直流トルクモータにおいて、低電流を流した場合の角度-トルク特性は、前記作動角度範囲において、角度に拘わらず略一定となっていることを特徴とすると良い。例えば、直流トルクモータに流しうる最大コイル電流、または、定格電流の20%

以下程度の低電流を流す場合は、もともと大きなトルクを要しない場合であると考えられる。このような場合には、角度に拘わらずトルクが略一定の特性となっていれば、角度によってフィードバック制御の係数を変更させるなどの調整が不要あるいは容易となり、制御アルゴリズムが簡単になるなど、制御が容易になるからである。

【0013】さらに、他の解決手段は、直流トルクモータを用いた駆動制御装置であって、上記の直流トルクモータを備え、上記直流トルクモータについて、前記角度によるフィードバック制御を行うことを特徴とする駆動制御装置である。

【0014】上記構成を有する本発明の駆動制御装置は、上記のような角度-トルク特性を有する直流トルクモータを用い、角度によるフィードバック制御を行っている。このため、大きく揺動軸の角度を変化させようとする場合には、大きなトルクで加速するので、応答性の高い角度制御が可能である。一方、小さな角度変化でも、問題なく安定な角度制御が可能である。つまり、高応答性で安定な制御が可能となる。ここで、角度によるフィードバック制御としては、揺動軸の角度を直接計測してフィードバック制御する場合だけでなく、装置に応じ、例えば弁の開度など、角度に対応する物理量を計測し、その物理量を用いて間接的に角度を制御することも含まれる。また、フィードバック制御の手法としては、現在の角度と所望角度との偏差を基に、PD制御やPID制御を行うことが挙げられるが、駆動制御装置の制御精度等を考慮して、ロバスト制御、H $\infty$ 制御など他の制御手法によっても良い。このような駆動制御装置としては、例えば、内燃機関のスロットル弁の開閉を制御する駆動制御装置が挙げられるが、その他、各種の弁の開閉を制御する弁駆動制御装置や、各種の機械装置における揺動軸の角度制御装置などが挙げられる。

【0015】さらに、他の解決手段は、スロットル弁制御装置であって、スロットル弁と、上記スロットル弁を開閉させる上記記載の直流トルクモータと、上記スロットル弁の開度の情報を出力するスロットル開度センサと、を備えることを特徴とするスロットル弁制御装置である。

【0016】上記構成を有する本発明のスロットル弁制御装置は、前記角度-トルク特性を有する直流トルクモータを用いてスロットル弁を開閉させ、さらにスロットル開度センサを備える。このため、このスロットル開度センサの出力を用いてフィードバック制御を行えば、スロットル弁の開度を大きく変化(例えば、全閉から全開に、あるいは全開から全閉に)させようとする場合には、動き始めにおいて大きなトルクでスロットル弁の揺動を加速することができ、高い応答性が得られる。一方、小さな開度変化をさせるときには、得られるトルクが小さい場合があるが問題はなく、容易かつ安定にスロットル弁を所望の開度に制御できる。また、直流トルク

モータを、固定子の断面積を小さくすることにより小型軽量化できるので、スロットル弁制御装置全体を小型軽量化とすることができる。ここで、スロットル開度センサとしては、開度が検出できるものであればいずれのものでも良いが、例えば、ポテンシオメータを用いたものやロータリーエンコーダ等が挙げられる。

【0017】ここで、上記のスロットル弁制御装置において、前記スロットル弁を弁閉方向に付勢するバックスプリングを備え、上記バックスプリングによるトルクに釣り合って上記スロットル弁の開度を保持する保持トルクを得るために前記直流トルクモータに流す保持コイル電流が、前記作動角度範囲内において、角度によらず略一定であることを特徴とするスロットル弁制御装置とするのが好ましい。例えば、直流トルクモータの最大電流値が5Aである場合、本発明の直流トルクモータでは、スロットル弁の作動角度によらず、スロットル弁を現在位置に保持するための保持電流が約1Aに一定である。

【0018】スロットル弁制御装置においては、モータの故障時等にスロットル弁を自動的に閉じるため、スロットル弁を弁閉方向に付勢するバックスプリングを備えるものがある。このバックスプリングは、小さなバネ定数に、従って、バックスプリングによるトルクは、開度が大きくなっても、さほど増えないようにされている。このようなスロットル弁制御装置では、通常時（正常時）において、スロットル弁をある開度に保持（維持）するには、このバックスプリングの付勢によるトルクと釣り合うような保持トルクを発生させるコイル電流（保持コイル電流）を、モータに流すのである。そこで、この保持コイル電流が、作動角度範囲内において、角度によらず略一定、つまり、スロットル弁の全閉から全開の範囲内において、スロットル弁の開度によらず略一定である場合には、スロットル弁の開度について、フィードバック制御を行うにあたり、開度毎にフィードバック制御の係数を変化させるなどの調整が不要あるいは容易であるので、制御用アルゴリズムが簡単になるなど、フィードバック制御が容易になる。

【0019】

【発明の実施の形態】（実施形態1）について、本発明の実施の形態を、図面と共に説明する。図1は、本実施形態にかかる直流トルクモータ10の形状を示す説明図である。この直流トルクモータ10は、単極可動磁石型直流トルクモータである。すなわち、このモータ10は、軸3を中心とした円柱状で、電磁軟鉄からなる鉄心4の周囲に、半円筒形の永久磁石5、6を固着した可動子1と、略コ字形状であって、その端部にはそれぞれ可動子1と所定の空隙を保って対向する第1磁極部7、第2磁極部8が形成され、基部（図中上方）にはコイル9が巻き付けられた、固定子2とからなる。ここで、固定子2は、飽和磁束密度1.6T（ステラ）以上の電磁鋼帯を重ね合わせたものである。図1（b）に図1（a）のX

X断面図を示す。電磁鋼帯を重ね合わせて構成しているので、四角形状となっている。XX断面における断面積は、 $A \text{ cm}^2$ である。

【0020】鉄心4に固着された永久磁石5、6は、互いに逆方向に磁化されている。つまり、磁石5は、表面（外周面）側がN極で、裏面（内面）側がS極とされ、一方、磁石6は、表面（外周面）側がS極で、裏面（内面）側がN極とされている。この永久磁石5、6と、コイル9に流したコイル電流 $I_c$ によって固定子の第1、第2磁極部7、8に発生する磁極との反発、吸引により、可動子1は、軸3の周りを所定角度範囲にわたって揺動する。なお、本実施形態のモータ10においては、可動子1（軸3）の揺動角度 $\theta$ を、軸3を通り、第1磁極部7と第2磁極部8との間を通る中心線Bを基準とし、2つの磁石5、6の境界と軸3とを結ぶ線Cがなす角とし、図1中矢印の方向（時計方向）の角度 $\theta$ を正に取る。本実施形態にかかるモータ10は、原理上 $\theta = 0 \sim 180$ 度の範囲で揺動可能であるが、 $\theta = 0$ 度または $180$ 度付近では、安定点となり、揺動方向が不定となること、トルクが極端に低下することから、本実施形態では、実際の揺動角度 $\theta$ の範囲を、 $\theta = 45 \sim 135$ 度の $90$ 度の範囲に制限している。なお、このモータ10の固定子2の両腕部は、前記した従来例のモータ100（図11参照）や、後述する比較形態1のモータ110（図6参照）と異なり、2つの磁極部7、8に比べ他の部分がやや細く形成されている。すなわち、固定子2を磁束回路とし、固定子内を通る磁束量は、固定子2の断面積Aが最も小さい部分（XX断面部）において、通る磁束量が飽和し易くされている。

【0021】について、本実施形態のモータ10の角度 $\theta$ とトルクTの関係を、図2に示す。図2は、ある角度 $\theta$ に可動子1（軸3）を固定した場合において、コイル電流 $I_c$ を流したときに発生するトルクTの大きさを、コイル電流 $I_c$ をパラメータとして示している。なお、本実施形態では、横軸に角度 $\theta$ を取り、角度 $\theta$ が増加する方向に揺動する時のトルク（揺動トルク）Tを正とし、この逆に角度 $\theta$ が減少する方向に揺動する時の揺動トルクTを負とした。また、正方向の揺動トルクTを発生させるコイル電流 $I_c$ の向きを正とし、逆に負方向の揺動トルクTを発生させるコイル電流 $I_c$ の向きを負として表示した。従って、本実施形態のモータ10は、図2中、実線で示す作動角度範囲 $\theta = 45 \sim 135$ 度において、正方向のコイル電流 $I_c$ を流すと、正方向の揺動トルクTを、負方向のコイル電流 $I_c$ を流すと、負方向の揺動トルクTを発生する。

【0022】ここで、図2に示すモータ10の角度-トルク特性を見ると、最大コイル電流 $I_c = \pm 5 \text{ A}$ であるこのモータ10において、比較的大きな正方向のコイル電流 $I_c = 2, 3, 4, 5 \text{ A}$ の各グラフにおいては、揺動トルクTのピーク（ピークトルク）が、角度 $\theta$ が小さ

い側（例えば、 $I_c = 5A$ の場合、ピークトルクは概略  $\theta = 50 \sim 80$ 度の範囲）に偏在していることが判る。一方、比較的（絶対値の）大きな負方向のコイル電流  $I_c = -2, -3, -4, -5A$ の各グラフにおいては、揺動トルクの負のピーク（ピークトルク）が、角度  $\theta$  が大きい側（例えば、 $I_c = -5A$ の場合、ピークトルクは概略  $\theta = 95 \sim 130$ 度の範囲）に偏在していることが判る。なお、比較的小さいコイル電流  $I_c = 1A$ および  $-1A$ の場合には、いずれも作動角度範囲  $\theta = 45 \sim 135$ 度において、ほぼフラットなトルク特性を有して

【0023】モータ10の上記特性は、定性的には以下に説明する理由によるものと考えられる。但し、説明を簡単にするため、残留磁束量については考慮しない。まず、図3に示すように、コイル電流  $I_c$  を流さない状態において、磁石5、6によって固定子2内に生じる磁界  $H_0$  を横軸に、固定子2内を通る磁束量  $\Phi$  を縦軸にとる。磁界  $H_0$  の強さは、可動子1の位置、すなわち、角度  $\theta$  に対応しており、 $\theta = 0$  および  $180$ 度で、極性が互いに反対であるがいずれも最大となり、 $\theta = 90$ 度において、 $H_0 = 0$  となる。そこで、 $\theta = 0 \sim 90$ 度の範囲で固定子2内に発生する磁界を負、このときに固定子2内に生じる磁束の向きも負とし、 $\theta = 90 \sim 180$ 度の範囲で固定子2内に発生する磁界を正、このときに固定子2内に生じる磁束の向きも正とする。すると、固定子2は軟磁性体（軟鉄）であるので、磁界  $H_0$  と磁束量  $\Phi$  とは図3に示すような曲線となる。なお、破線で示す磁界に対応する、 $\theta = 45$ 度および  $135$ 度の位置では、モータ10の可動子1は、それぞれ図3の下方に示す状態となる。このとき、固定子2内には、それぞれ実線で示す方向の磁界  $H_0$  が発生している。なお、本図下方に示すモータ10においては、可動子1の表面に現れる磁極（N極、S極）を明示するため、可動子1の磁石5、6は半円柱状であるかのように略記した。従って、本モータ10は、 $\theta = 45 \sim 135$ 度の作動角度範囲において、磁界  $H_0$  の強さが、2つの破線の間で変化することになる。

【0024】について、コイル9にコイル電流  $I_c$  を流した場合を考える。この場合、コイル電流  $I_c$  によっても磁界が発生する。図4は、上記図3に示すグラフと同じグラフであるが、横軸は、固定子2内に発生する磁界  $H$ 、即ち、磁石5、6及びコイル9による磁界の和である。例えば、図4の左下方に示すように、可動子1が角度  $\theta = 45$ 度に保持されている場合において、角度  $\theta$  を大きくする方向（正方向）に揺動させるためには、正方向のコイル電流  $I_c$  を流すことで、図4の左下方の図に示すように、磁石5、6による磁界  $H_0$  の方向とは逆方向の磁界  $H_1$  を発生させ、磁石5、6と固定子2の磁極部とを反発させる必要がある。このため、固定子2内の磁界  $H$  の強さは  $H_1$  分だけ図中右方向に移動する。即

ち、固定子2内の磁界  $H$  の強さの絶対値が減少する。これにより、固定子2内の磁束量  $\Phi$  も、 $\Delta\Phi 1$  だけ変化する（磁束量  $\Phi$  の絶対値が減少する）。すなわち、図中  $\Phi 45$  で示す磁束量に減少している。

【0025】一方、図4の右上方に示すように、角度  $\theta$  が大きい場合、つまり  $\theta = 135$ 度の破線に近い状態、例えば  $\theta = 130$ 度において、さらに、角度  $\theta$  を大きくする方向（正方向）に揺動させるときにも、上記磁界  $H_1$  を発生させた場合と同方向（正方向）のコイル電流  $I_c$  を流して、同方向の磁界  $H_2$  を発生させる。ただし、この場合には、図4の右下方の図に示すように、磁石5、6によって発生している磁界  $H_0$  と磁界  $H_2$  とは同方向となり、磁石5、6と固定子2の磁極部7、8とは互いに吸引する。このため、固定子2内の磁界  $H$  の強さは  $H_2$  分だけ図中右方向に移動する。すなわち、固定子2内の磁界  $H$  の強さの絶対値が増加する。これにより、固定子2内の磁束量  $\Phi$  も、 $\Delta\Phi 2$  だけ変化する（磁束量  $\Phi$  の絶対値が増加する）。図中  $\Phi 130$  で示す磁束量に増加している。

【0026】しかし、この場合の磁束量  $\Phi$  の変化量  $\Delta\Phi 2$  は、上記した変化量  $\Delta\Phi 1$  より小さくなる（ $\Delta\Phi 1 > \Delta\Phi 2$ ）。本実施の形態のモータ10におけるコイル励磁電流と発生磁束との関係を図5に示す。横軸が励磁電流であり、最大5Aである。縦軸が磁束である。励磁電流の最大値5Aにおいて、磁束は16KWbである。磁石5、6によって発生する磁界  $H_2$  の作動角度範囲における最大磁束は22KWbであり、固定子の飽和磁束密度  $B$  は、1.6T（ステラ）である。断面積  $A$  は、 $B$  と  $A$  との積、 $B \cdot A$  の値が、最大励磁電流5Aにより発生する磁束16KWbと磁石5、6により発生する磁束、22KWbとの和である38KWbより小さくなるように決定される。本実施の形態のモータ10では、 $A = 2.37 \text{ cm}^2$  としている。これにより、 $B \cdot A = 37.9 \text{ KWb}$  となり、最大励磁電流により発生する磁束と磁石5、6により発生する磁束の和、38KWbより僅かに小さくしている。

【0027】本実施形態のモータ10では、固定子2の磁路断面積  $A$  が、さほど大きくされていないので、後者の場合、磁界  $H$  の強さが増加しても、発生する磁束量  $\Phi$  が飽和して、磁束量  $\Phi$  がさほど増えないからである。これに対し、前者では、磁界  $H$  の強さの絶対値が減少するため、磁束量  $\Phi$  の減少も大きくなる。上記では、角度が増える方向（正方向）に揺動する場合について説明したが、角度が減る方向（負方向）に揺動させる場合においても、コイル9により磁界  $H_3$ 、 $H_4$  を発生させた場合でも、磁束量  $\Phi$  の変化量  $\Delta\Phi 3$ 、 $\Delta\Phi 4$  の大きさは同様に、 $\Delta\Phi 3 > \Delta\Phi 4$  となる。

【0028】なお、上記の説明から判るように、正方向に揺動させる場合には、磁石5、6による磁界  $H_0$  が負の場合、つまり、図4にグラフにおいて、左半分側、即

ち、角度 $\theta$ が、 $\theta = 0 \sim 90$ 度の範囲にある場合には、可動子1の磁石5、6と、固定子2の磁極部7、8との反発力によってトルクが発生する反発域となる。また、磁石5、6による磁界H0が正の場合、すなわち、角度 $\theta$ が、 $\theta = 90 \sim 180$ 度の範囲にある場合には、可動子1の磁石5、6と、固定子2の磁極部7、8との吸引力によってトルクが発生する吸引域となる（図2参照）。これとは逆に、負方向に揺動する場合には、磁石による磁界H0が正の場合、つまり、図4にグラフにおいて、右半分側、すなわち、角度 $\theta$ が、 $\theta = 90 \sim 180$ 度の範囲にある場合には、括弧内に示すように反発域となる。また、磁石による磁界H0が負の場合、すなわち、角度 $\theta$ が、 $\theta = 0 \sim 90$ 度の範囲にある場合には、括弧内に示すように吸引域となる。

【0029】ところで、直流トルクモータに発生する揺動トルクTは、磁束量 $\Phi$ の変化量 $\Delta\Phi$ に概略比例する（ $T \propto \Delta\Phi$ ）。従って、上述したように、 $\Delta\Phi 1 > \Delta\Phi 2$ であるので、同じコイル電流Icを流しても、正方向に揺動させる場合には、角度 $\theta$ が小さい領域で大きなトルクが得られ、角度 $\theta$ が大きい領域では得られるトルクが小さくなる。同様に、 $\Delta\Phi 3 > \Delta\Phi 4$ であるので、負方向に揺動させる場合、角度 $\theta$ が大きい領域で大きなトルクが得られ、角度 $\theta$ が小さい領域では得られるトルクが小さくなる。これは、モータ10についての角度-トルク特性（図2参照）の特徴と一致する。

【0030】上記したような特性（図2参照）を有しているモータ10を用いた場合、以下のような利点がある。すなわち、大きく角度 $\theta$ を変化させる場合、例えば、角度 $\theta a = 45$ 度から $\theta b = 135$ 度まで変化させる場合を考える。この場合に、応答性を良好にするには、揺動の当初に、十分加速する（高い角加速度を与える）必要がある。本モータ10では、図2のグラフから判るように、正方向の揺動において、 $\theta$ が小さい範囲、即ち、反発域では、高いトルクが得られるため十分に加速できる。一方、停止位置である $\theta b = 135$ 度近くでは、得られるトルクが小さくなるので、停止させやすくなる。つまり、 $\theta a = 45$ 度から $\theta b = 135$ 度まで90度にわたって角度 $\theta$ を変化させたにも拘わらず、応答性が高く、スムーズに揺動させることができる。一方、角度 $\theta$ を小さく変化させる場合には、角度変化が小さいのであるから、大きな角加速度を与える必要はない。したがって、例えば、 $\theta c = 125$ 度から $\theta d = 135$ 度まで変化させる場合には、図2のグラフから判るように、正方向の揺動において、 $\theta$ が大きい範囲、即ち、吸引域では、得られるトルクは小さいが、問題なく制御が可能となる。また、負の揺動をさせる場合でも、同様に、大きな角度変化の場合には、応答性が高く、スムーズに揺動させることができ、小さな角度変化の場合には、制御が容易となる。

【0031】特に、本モータ10においては、前記した

ように、コイル電流Ic = 1A、-1Aの場合には、角度 $\theta$ に拘わらずトルクTが変化しない、フラットな角度-トルク特性をもつ。このような低電流を流す場合というのは、もともと大きなトルクを必要としない場合であり、従って、これよりも高いコイル電流Icを流す場合のように、ピークトルクを偏在させる必要がない。むしろ、トルクTが角度 $\theta$ によって変化しないので、角度によるフィードバック制御によってモータ10を駆動する場合に、角度に応じて制御係数を変更するなどの調整が不要、あるいは容易となるので、フィードバック制御のアルゴリズムが簡略化できるなど、制御が容易となる。

【0032】（比較形態1）このようなモータ10に対して、固定子の磁路断面積を増やした比較形態のモータ110を、図6（a）に示す。このモータ110の可動子1は上記実施形態1のモータ10と同じであるが、モータ10に比べ、固定子112の断面積M2が大きくなっている（ $M2 > M1$ ）点が異なる。即ち、固定子112が、モータ10の固定子2よりも太く（幅広に）されて、磁極部117、118を含め固定子112のいずれの部分も、ほぼ同じ断面積になっている。ついで、このモータ110について、実施形態1と同様に測定した角度-トルク特性を、図6（b）に示す。このグラフから判るように、モータ110においては、 $\theta = 45 \sim 135$ 度の作動角度範囲において、反発域のみならず、吸引域でも、つまり全体にわたって、揺動トルクTが角度 $\theta$ によらずほぼ一定にされている。これは、固定子22の断面積M2が大きくなったため、コイル電流Icによる磁界が加わっても、固定子22の磁束量 $\Phi$ が飽和しないため、十分大きなトルクTが得られると考えられる。このような特性のモータ110は、前記した従来のモータに相当すると考えられるが、角度 $\theta$ によらず、コイル電流Icによって得られるトルクがほぼ一定となるので、制御が容易となる。しかし、図5（a）から容易に理解できるように、モータ110はモータ10に比して、軟鉄からなる固定子112の寸法や体積が相当大きくなり、従って、重量も、相当重くなる。このことから判るように、上記実施形態1のモータ10のようにすれば、固定子2の寸法や重量を小さくして、小型軽量のモータとなし得る。

【0033】（実施形態2）ついで、このモータ10を用いた実施形態として、機械装置（駆動対象物）22の揺動軸21を、このモータ10で揺動させる駆動制御装置20について説明する。この駆動制御装置30においては、機械装置22とモータ10とが揺動軸21で結ばれている。また、揺動軸21の揺動角度を、例えば、ポテンシオメータ等の角度センサ23で検出している。この角度センサ23のアナログ出力を、制御ユニット24内のA/Dコンバータ25でデジタル値に変換した後、別途入力される目標角度との偏差などからコンピュータ26で、例えばPID制御などの手法に従って所定の演

算を行って駆動条件を算出する。その後、モータ駆動回路27で、モータ10のコイル電流 $I_c$ の値を駆動条件に従って制御して、モータ10のフィードバック制御を行っている。

【0034】ここで、モータ10を用いると、揺動軸21を大きく揺動させる場合には、揺動当初に大きなトルクで駆動できるため、大きな角加速度が得られるので応答性が高く、揺動の終了付近では、トルクが小さくなってスムーズに停止させうる。また、小さく揺動させる場合には、揺動角度の変化量が小さいので応答性を高くする必要はなく、得られるトルクが小さくても、問題を生じることではなく、安定した制御ができる。従って、応答性が高く制御が容易な駆動制御装置20となる。しかも、前述したように、固定子2の寸法や重量が小さいため、モータ10を小型軽量にすることができ、従って、駆動制御装置20も、小型軽量とすることができる。

【0035】(実施形態3)について、上記モータ10を用いた実施形態として、モータ10でスロットル弁を開閉するスロットル弁制御装置30について説明する。図8に示すスロットル弁制御装置30では、吸入管32を径方向に貫くスロットル軸31に、バタフライバルブ形式のスロットル弁33が形成され、このスロットル軸31を上記直流トルクモータ10が、全閉から全開まで約90度の角度にわたって揺動させる。さらに、このスロットル軸31の揺動角度 $\theta$ 、すなわち、開度は、例えば、ポテンシオメータからなるスロットル開度センサ34によって検知できるようにされている。また、スロットル軸31は、図中L字形で示されたレバー35を介して、バックスプリング36によって弁開方向(図中下方)に付勢されている。なお、モータ10の電源をoffしたり、モータ10が故障した場合には、スロットル軸31が弁開方向(図中下方)に移動し、全閉に近い状態になると、レバー35が全閉ストッパ38に当接し、バックスプリング36による付勢がスロットル軸31に掛からない状態となる。この状態においては、リリーフスプリング37によって、スロットル軸31が弁開方向(図中上方)に付勢されるので、スロットル弁33は、全閉状態よりも僅かに弁が開いた状態で保持される。

【0036】ここで、バックスプリング36は、モータ10のoff時や故障時等にスロットル弁33を自動的に閉じるため、スロットル弁33を閉方向に付勢するものである。このバックスプリング36は、例えば、巻き数の多い巻きバネなどが用いられ、小さなバネ定数に設定されている。従って、バックスプリング36によって生じる弁開方向へのトルク(バックトルク) $T_b$ は、スロットル弁33の開度が大きくなってもさほど増えない、つまり、バックトルク $T_b$ は、開度に拘わらずほぼ一定となるようにされている。また、リリーフスプリング37は、モータ10の電源off時やモータ10が故障した場合等に、バックスプリング36の付勢によ

ってスロットル弁33が完全に閉じてしまうのを防止し、スロットル弁33を若干開いた状態に保持するため、スロットル軸31を弁開方向に付勢するスプリングである。

【0037】なお、図8においては、リリーフスプリング37及びバックスプリング36の作用を示すため、図中矢印で示したように、スロットル弁33の開き方向を上方向きとして記載している。しかし、容易に理解できるように、実際は、スロットル弁33およびスロットル軸31はこの軸の周りを揺動するし、バックスプリング36およびリリーフスプリング37は、それぞれこのスロットル軸31をこの周りに捻る方向に付勢するものである。図9にバックスプリング36及びリリーフスプリング37のトルクとスロットル弁開度との関係を示す。 $T_{h1}$ は、バックスプリング36によるトルク量及び摩擦等のばらつきを含めた最大閉じトルク量を示している。また $T_{h2}$ は、リリーフスプリング37によるトルク及び摩擦等のばらつきを含めた最大開きトルク量を示す。モータ10における保持トルクは、 $T_{h1} = 1.5 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$ が最大となる。この最大の保持トルクが、直流トルクモータに一定電流を加えた時にほぼフラットなトルク特性を得られる領域の中に含まれれば、リニアな電流値の制御でバックスプリング36に打ち勝ってスロットル弁33をリニアに制御できるので、制御用アルゴリズムが簡単になる等フィードバック制御が容易となる。

【0038】本実施形態においては、モータ10の揺動角度 $\theta$ が、そのままスロットル軸31の揺動角度に対応している。即ち、モータ10の鉄心4(図1参照)をその軸方向(図1において紙面に垂直な方向)に延ばしたものをスロットル軸31として用いている。そこで、本実施形態では、モータ10の揺動角度 $\theta = 45$ 度の状態をスロットル弁33の全閉状態に、また $\theta = 135$ 度の状態をスロットル弁33の全開状態に、それぞれ対応させて、90度の揺動角度によって、スロットル弁33の全閉から全開までの動作を実現する。従って、図3、図4に示すグラフにおいても、 $\theta = 45$ 度および $\theta = 135$ を示す破線は、括弧内に示すようにそのままスロットルバルブ33の全閉及び全開の状態に対応する。従って、モータ10における揺動角度 $\theta$ の正方向は、スロットル弁33の開度では開き方向(開き側)に対応し、角度 $\theta$ の負方向は、閉じ方向(閉じ側)に対応する。また、角度 $\theta$ の小さい側は、スロットル弁33の閉じ側を指し、角度 $\theta$ の大きい側は、開き側を指す。

【0039】ついで、図10に、このスロットル弁制御装置30をエンジン制御ユニット(以下、ECUともいう)41に接続して制御する様子を示す。この装置全体は、上記実施形態2における駆動制御装置20に相当するスロットル弁制御システム40となる。上記した構成を有するスロットル弁制御装置30のうち、スロットル



開度センサ34の出力は、ECU41に入力される。なお、図10では、バックスプリング36等の記載は省略し、スロットル弁制御装置30を簡略化して記載している。このECU41では、スロットル開度センサ34からのアナログ出力をA/Dコンバータ42によりデジタル値のスロットル開度信号Sig1に変換する。一方、運転者が操作するアクセル（図示しない）の踏み込み量を検出する、ポテンショメータからなるアクセルセンサ46のアナログ出力も、第2A/Dコンバータ45でデジタル値の要求開度信号Sig2に変換する。ついで、スロットル開度信号Sig1の要求開度信号Sig2に対する偏差などから、コンピュータ43で、例えばPID制御などの制御手法に従って所定の演算を行って駆動条件を算出する。この駆動条件に従い、モータ駆動回路44で、モータ10のコイル電流Icの値を制御することで、スロットル弁制御装置30（モータ10）がフィードバック制御される。

【0040】ここで、モータ10は、前述した角度-トルク特性（図2参照）を持つので、軸3、即ち、スロットル軸31を大きく揺動させる場合には、揺動当初に大きなトルクでスロットル軸31およびスロットル弁33を揺動させ、大きな角加速度を得ることができる。従って、例えば、スロットル弁33を全閉付近（ $\theta = 45$ 度付近）から全開付近（ $\theta = 135$ 度付近）まで、あるいはこの逆に全開から全閉まで変化させる場合などにおいて、スロットル弁33の応答性を高くすることができる。また、揺動の終了付近では、得られるトルクが小さくなるのでスムーズに停止させうる。一方、小さく揺動させる場合には、揺動角度 $\theta$ の変化量が小さいため応答性を高くする必要はないので、得られるトルクが小さくても問題を生じることはなく、安定した制御ができる。しかも、前述したように、固定子2の寸法や重量が小さいため、モータ10を小型軽量にすることができ、従って、スロットル弁制御装置30も、小型軽量とすることができる。従って、応答性が高く、安定な制御が可能であり、しかも小型軽量なスロットル弁制御装置30とすることができる。

【0041】ところで、本スロットル制御装置30は、上記したように、通常の作動状態においては、スロットル軸31がバックスプリング36によって弁閉方向に付勢されている。従って、スロットルバルブ33をある開度、従って、モータ10の揺動角度 $\theta$ をある角度 $\theta_h$ に保持したい場合には、正方向の保持コイル電流Ichを流して、バックスプリング36の付勢によるバックトルクTbとほぼ釣り合う弁開方向の保持トルクThを発生させる必要がある。なお、バックスプリング36は、上記したように小さいバネ定数に設定されているので、バックトルクTbは、スロットル弁33の開度が大きくなってもさほど増えない。バネ定数が大きく、バックトルクTbが開度と共に大きく変動（増加）すると、バック

トルクTbに抗してスロットル弁33を全開状態に揺動させるのに、大きなトルク、従って、大きなコイル電流が必要となる。また、全開状態を保持するのにも、大きなバックトルクTbに釣り合う大きな保持トルクThを発生させるため、大きな保持コイル電流Ichを流すことが必要となり、消費電流（コイル電流）の無駄が多くなるからである。

【0042】ここで、図2の角度-トルク特性のグラフにおいて、上記バックトルクTbを示すと、実線で示すようになる。このバックトルクTbは、弁閉方向のトルクであるので、負の揺動トルクとして表される。これに対して、バックトルクTbに釣り合ってスロットル弁33の開度を保持するために、モータ10が発生すべき保持トルクThは、バックトルクTbと横軸について線対称な一点鎖線で示す正のトルクとなる。ここで、コイル電流Ic = 1Aの場合の角度-トルク特性を見ると、Ic = 2A以上の場合に、ピークトルクの位置が角度 $\theta$ が小さい側に偏在しているのとは異なり、角度 $\theta = 45 \sim 135$ 度の作動角度範囲にわたって、角度によらず得られるトルクがほぼ一定である。図2において、一点鎖線で示す保持トルクThは、このIc = 1Aの場合の角度-トルク特性のグラフに隣接した位置にあるので、この保持トルクThを得るための保持コイル電流Ichも、角度 $\theta$ に拘わらず、Ich = 1A弱のほぼ一定の電流値となることが判る。従って、スロットル弁33の開度をある開度に保持するために、スロットル開度センサ34の出力を使ってモータ10をフィードバック制御する場合に、開度に応じてコンピュータ43のフィードバック制御演算における係数を変化させるなどの調整が不要となるので、フィードバック制御が容易になる。

【0043】以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。例えば、上記実施形態1に示すモータ10の作動角度範囲は、 $\theta = 45 \sim 135$ 度の90度の範囲としたが、これに限定されることはなく、要求される角度範囲に合わせて適宜作動角度範囲を調整すればよい。また、単極の直流トルクモータ10を示したが、多極であっても良い。また、実施形態3において、スロットル弁33の駆動制御を行うためのスロットル弁制御装置30について説明したが、他の弁（バルブ）を駆動し制御する駆動制御装置に本発明適用しても良い。また、その他の機械の駆動制御装置に適用しても良い。また、上記実施形態3のスロットル弁制御装置30においては、モータ10の鉄心4とスロットル軸31とを共通の部材として用いたが、鉄心4とスロットル軸31とを、別部材とし、ギヤやタイミングベルト等で鉄心4の揺動をスロットル軸31に伝達するようにしても良いことは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1にかかる直流トルクモータの形状を示す説明図である。

【図2】実施形態1にかかる直流トルクモータの角度-トルク特性を示すグラフである。

【図3】実施形態1にかかる直流トルクモータの角度-トルク特性が生じる理由を説明するための説明図のうち、コイルに電流を流さない状態において、固定子に生じる磁界および磁束量の関係を示すグラフである。

【図4】図3のグラフにコイルに電流を流した状態において固定子に生じる磁界および磁束量の関係を示すグラフである。

【図5】励磁電流と発生磁束との関係を示す図面である。

【図6】(a)は、固定子の磁路断面を、実施形態1のモータより大きくした比較形態1の直流トルクモータの形状を、(b)は、その角度-トルク特性を示すグラフである。

【図7】実施形態2にかかり、実施形態1の直流トルクモータを用いて機械装置を駆動する駆動制御装置を示す説明図である。

【図8】実施形態3にかかり、実施形態1の直流トルクモータを用いてスロットル弁を開閉するスロットル弁制御装置の構成を示す説明図である。

【図9】バックスプリング36とリリーフスプリング37によるトルクとスロットル開度との関係を示す図である。

【図10】図7に示すスロットル弁制御装置をエンジン制御ユニットで制御する構成を示す説明図である。

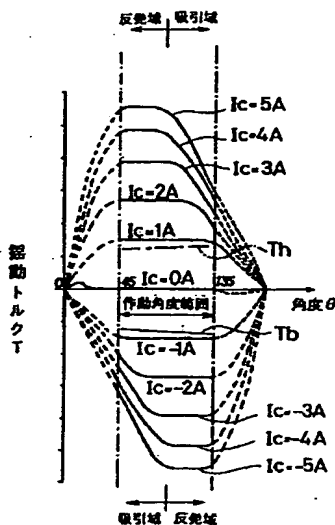
【図11】従来の直流トルクモータの形状を示す説明図である。

\*【符号の説明】

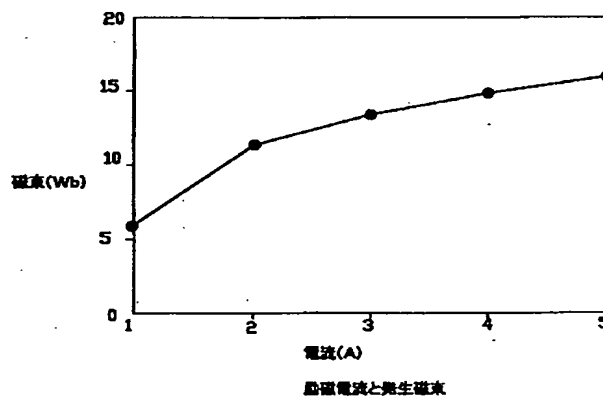
10	直流トルクモータ
1	可動子
2	固定子
3	軸
4	鉄心
5、6	永久磁石
7、8	磁極部
9	コイル
10	駆動制御装置
21	揺動軸
22	機械装置
23	角度センサ
24	制御ユニット
25、42	A/Dコンバータ
26、43	コンピュータ
27、44	モータ駆動回路
30	スロットル弁制御装置
31	スロットル軸
32	吸気管
33	スロットル弁
34	スロットル開度センサ
35	レバー
36	バックスプリング
37	リリーフスプリング
38	全閉ストッパ
40	スロットル弁制御システム
41	エンジン制御ユニット(ECU)
$\theta$	揺動角度

\*30

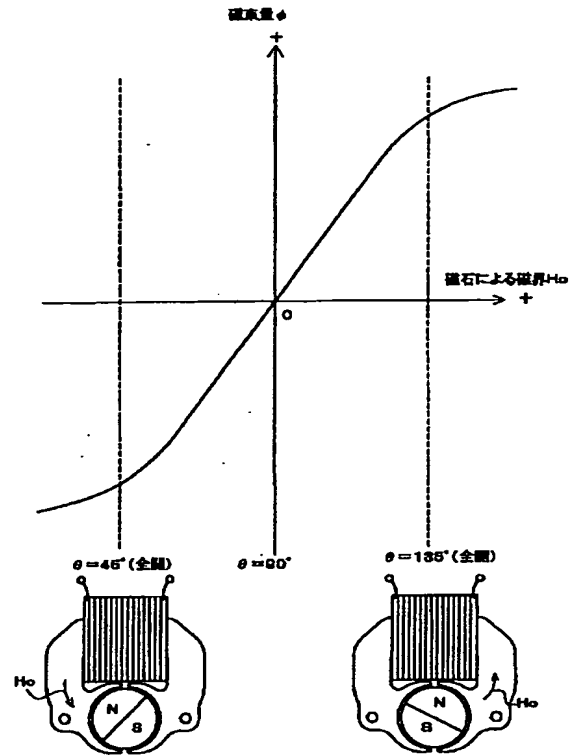
【図2】



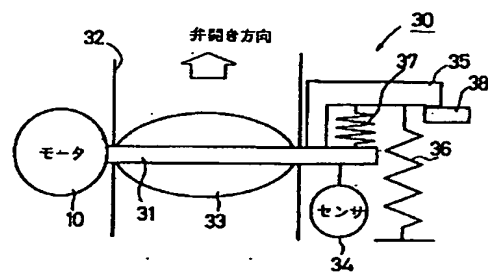
【図5】



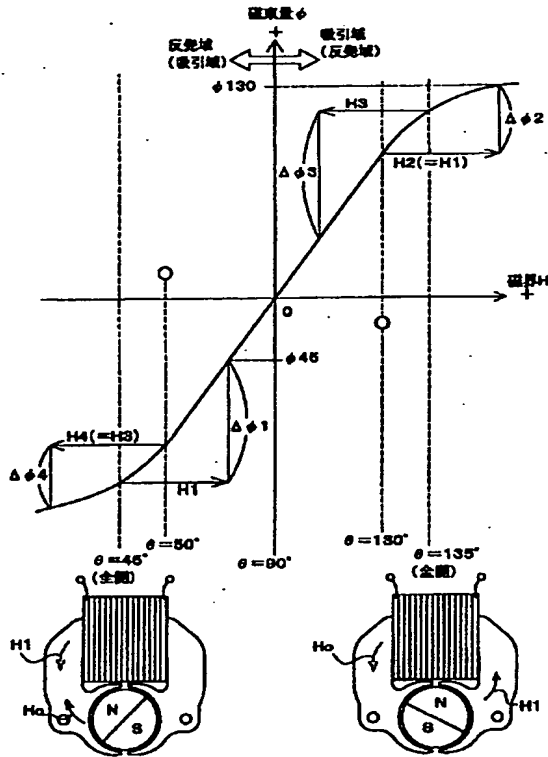
【圖3】



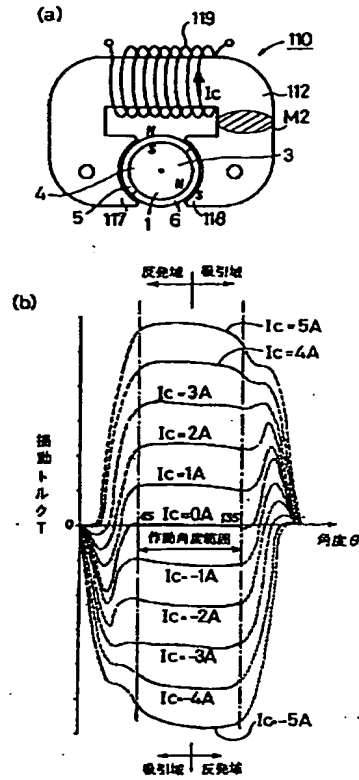
【圖8】



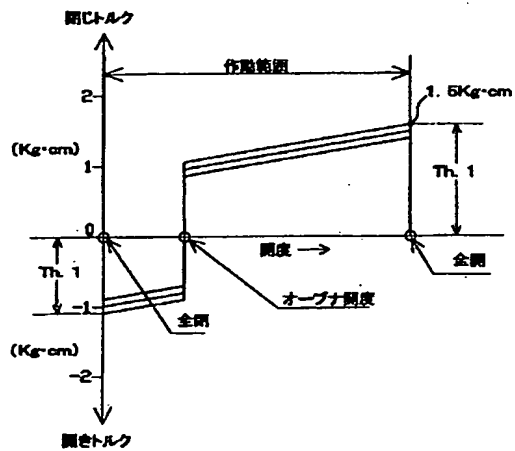
【図4】



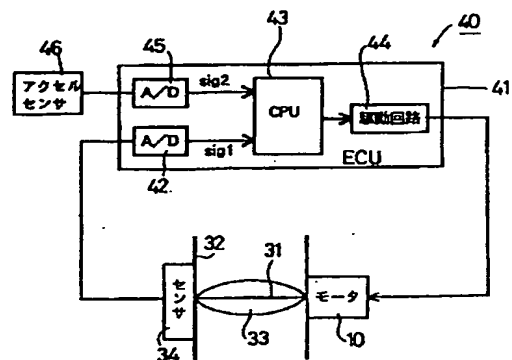
【図6】



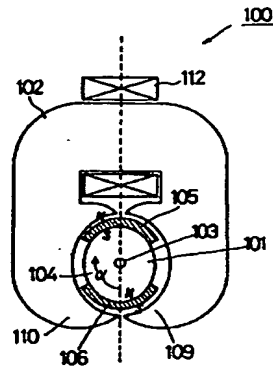
【図9】



【図10】



【図11】




---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H02P 7/06

識別記号

FI

H02P 7/06

テマコード(参考)

K

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**